

DISPOSITIF ET PROCEDE DE FIXATION D'UNE LEVEE SUR UNE ANCRE D'UN  
ECHAPPEMENT D'UN MOUVEMENT D'HORLOGERIE

La présente invention concerne un dispositif de fixation d'une levée sur une ancre d'un échappement d'un mouvement d'horlogerie, et plus particulièrement un tel dispositif s'affranchissant de l'utilisation de gomme-laque. La présente invention concerne également un procédé de fixation d'une levée sur une ancre d'un

5 échappement d'un mouvement d'horlogerie.

En horlogerie, on désigne par échappement le mécanisme placé entre le rouage d'un mouvement d'horlogerie et son régulateur, par exemple le balancier du mouvement de montre, cet échappement ayant pour fonction d'entretenir les oscillations du balancier et de contrôler la vitesse du rouage.

10 En se référant à la figure 1, on va brièvement décrire un échappement 1 de montre à ancre classique. L'échappement 1 comprend une roue d'échappement 2, une ancre 4 ainsi qu'un grand plateau 6 portant une cheville 8 et un petit plateau 10 muni d'une encoche 11 portés par l'axe du balancier 12. L'ancre comprend deux levées telles que 14 coopérant avec la roue 2 ainsi qu'une baguette 16 se terminant

15 par une fourchette 17 à trois dents coopérant avec les grand et petit plateaux 6 et 10 respectivement. Ces levées 14 sont solidarisées chacune dans un logement ou alvéole 18 approprié prévu dans les branches telles que 19 de l'ancre 4. La fourchette 17 comprend deux dents extérieures telles que 20 qui coopèrent avec la cheville 8 tandis que la dent intérieure ou dard 22 coopère avec le petit plateau 10

20 et empêche le renversement intempestif de l'ancre 4 durant l'oscillation supplémentaire du balancier (non représenté). Les mouvements de l'ancre 4 sont limités par des goupilles ou butées telles que 24 contre lesquelles la baguette 16 vient buter. Dans la position de repos, la baguette 16 appuie contre l'une des deux goupilles 24 de limitation. A ce moment, une dent 2d de la roue d'échappement 2

25 est appuyée contre l'une des levées 14 comme cela est représenté à la figure 1. La dent intérieure 22 de la fourchette 17 est dégagée de l'encoche 11 de sorte que le balancier est libéré et parcourt une distance dans le sens anti-horaire S, dont l'amplitude est déterminée par l'énergie accumulée. Le balancier repart alors dans le sens horaire pour dégager la levée 14 de la dent 2d. Après l'impulsion donnée

30 sur la levée 14 par la dent 2d, l'ancre parcourt à vide une petite distance, dite chemin perdu, jusqu'au moment où la baguette 16 vient buter contre la goupille 24. Le balancier parcourt alors son amplitude et revient jusqu'à ce que la cheville 8 du

grand plateau 6 entraîne la fourchette 17 qui déclenche l'impulsion suivante. Ce chemin perdu est un moyen de s'assurer que toutes les dents de la roue d'échappement 2 peuvent passer. Or, la longueur de ce chemin perdu est fonction de la pénétration P de la dent de la roue d'échappement 2 sur le plan de repos 27 de la levée 14, cette pénétration devant être à la fois suffisante pour éviter la libération intempestive de la roue d'échappement 2, par exemple lors d'un choc, et suffisamment faible pour garantir une libération des dents de la roue d'échappement 2 en toute circonstance de fonctionnement afin d'obtenir un échappement 1 ayant un rendement optimal. Les moyens de fixation des levées sur l'ancre sont critiques pour le fonctionnement correct de l'échappement et doivent permettre une possibilité d'ajustement de la pénétration P

Pour atteindre ce but, les levées sont actuellement fixées dans leurs logements au moyen de gomme-laque. La gomme laque est une colle organique naturelle qui présente l'avantage de pouvoir à tout moment être fondue à faible température en un liquide épais et gluant et ainsi de permettre un ajustement aisé et précis de la position des levées.

L'utilisation de gomme laque présente toutefois quelques inconvénients. En effet, la gomme laque est très sensible aux agents chimiques de lavage des mouvements utilisés et par conséquent relâche des particules de gomme-laque qui viennent se fixer à divers endroits du mouvement. Selon les endroits, ces particules peuvent affecter considérablement le rendement de l'échappement et par conséquent perturber la marche du mouvement.

De plus, comme il s'agit d'un produit naturel, ses propriétés ne sont pas constantes de sorte que sa qualité peut varier d'une livraison à l'autre.

En outre, sa mise en œuvre est longue et délicate et nécessite un grand savoir faire pour appliquer la quantité optimale de gomme-laque dans les logements de l'ancre pour obtenir une fixation appropriée des levées sur l'ancre.

L'invention a donc pour but principal de remédier aux inconvénients de l'art antérieur susmentionnés en fournissant un dispositif de fixation d'une levée sur une ancre qui assure une fixation fiable en s'affranchissant de l'utilisation de gomme-laque ou d'une autre colle quelconque tout en permettant un réglage aisé et précis de la pénétration de la levée dans la denture de la roue d'échappement.

L'invention a également pour but de fournir un tel dispositif qui soit facile à mettre en œuvre et permettant une fixation précise et économique.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de fixation d'une levée sur une ancre d'échappement comprenant au moins un logement prévu pour recevoir ladite levée, caractérisé en ce que la portion de l'ancre comprenant ledit logement ou toute l'ancre est réalisée en un alliage à mémoire de forme apte à subir une

transformation réversible d'une phase cristallographique austénitique à une phase cristallographique martensitique.

On sait que les alliages à mémoire de forme ont la propriété de pouvoir subir une transformation réversible d'une phase cristallographique haute  
5 température dite austénitique à une phase cristallographique basse température dite martensitique et ainsi de pouvoir être éduqués pour prendre dans certaines conditions de températures des configurations correspondant à des états mémorisés. En particulier, si l'on éduque un objet réalisé en un tel alliage pour qu'il mémorise une configuration déterminée dans sa phase austénitique, et que l'on  
10 déforme ultérieurement cet objet pendant qu'il est dans sa phase martensitique, il reste dans sa configuration déformée. Si par la suite cet objet est chauffé pour être amené à une température à laquelle il est dans sa phase austénitique, il tend à reprendre sa configuration non déformée, c'est à dire la configuration correspondant à son état mémorisé.

15 Ainsi, en utilisant ces propriétés, il est possible de réaliser de manière simple la fixation d'une levée sur une ancre réalisée en alliage à mémoire de forme, en s'affranchissant notamment de l'utilisation de gomme-laque et des inconvénients liés à son utilisation. L'utilisation d'un alliage à mémoire de forme pour la fixation d'une levée permet également de réaliser une ancre et des levée  
20 avec des tolérances large sans pour cela affecter l'efficacité du serrage dans la mesure où les déformations permises par un tel alliage permettent aisément de compenser ces tolérances. Un autre avantage de l'utilisation d'un alliage à mémoire de forme pour fixer une levée sur une ancre réside dans la possibilité d'assembler (serrer) et de désassembler (desserrer) la levée dans son logement un grand  
25 nombre de fois sans l'endommager par simple chauffage respectivement refroidissement de l'ancre. Cela présente un grand intérêt pour l'ajustement de la pénétration P.

En effet, on pourra par exemple selon un premier mode de réalisation de l'invention éduquer la portion de l'ancre comprenant le logement recevant la levée  
30 pour que ce logement ne serre pas la levée de manière substantielle et permette un déplacement de la levée dans ce dernier lorsque l'ancre est portée à une température déterminée à laquelle sa phase cristallographique est à l'état austénitique et qu'il serre fixement la levée lorsque ladite portion de l'ancre est dans la phase cristallographique martensitique à la température ambiante. Dans ce cas il  
35 suffira de chauffer la portion de l'ancre comportant le logement à la température déterminée, qui dépendra de la composition de l'alliage, pour procéder à l'introduction et l'ajustement de la levée dans le logement, puis de ramener l'ancre

dans sa phase cristallographique martensitique à la température ambiante ou de fonctionnement.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, on peut également éduquer la portion de l'ancre comprenant le logement recevant la levée pour que ce  
5 logement ne serre pas la levée de manière substantielle et permette un déplacement de la levée dans ce dernier lorsque l'ancre est dans sa phase cristallographique martensitique et qu'il serre fixement la levée lorsque ladite portion de l'ancre est dans la phase cristallographique austénitique alors qu'il est à la température ambiante. Dans ce cas, il suffira de refroidir la portion de l'ancre  
10 comportant le logement à une température déterminée inférieure à la température ambiante, qui dépendra de la composition de l'alliage, pour procéder à l'introduction et l'ajustement de la levée dans le logement, puis de ramener l'ancre inférieure à la température ambiante pour ramener l'ancre dans sa phase cristallographique austénitique.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à lecture de la description suivante d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre purement illustratif et non limitatif, cette description étant faite en liaison avec les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, est une vue de dessus d'un système  
20 d'échappement classique;
- I - la figure 2a montre un détail de la figure 1 illustrant la portion de l'ancre comprenant le logement recevant la levée dans une configuration d'ajustement; et
- la figure 2b montre un détail de la figure 1 illustrant la portion de l'ancre comprenant le logement recevant la levée dans une configuration de serrage.

25 Aux figures 2a et 2b est illustrée la portion 4a d'une ancre 4 comprenant le logement 18 recevant la levée 14. Cette portion 4a est réalisée en un alliage à mémoire de forme apte à subir une transformation réversible d'une phase cristallographique austénitique à une phase cristallographique martensitique lorsqu'il passe au-delà respectivement en-deçà d'une température de  
30 transformation déterminée. La portion 4a peut être réalisée en un alliage Ni-Ti, Ni-Ti-X, ou Cu-Al-X, X appartenant à l'ensemble des dopants métalliques. Ces alliages et leurs procédés d'éducation sont bien connus et sont notamment décrits dans un article de la NASA, SP 5110 publié en 1972 et intitulé « 55 Nitinol the alloy with a memory : its physical metallurgy properties and applications ». Pour des  
35 raisons évidentes, l'alliage à mémoire de forme choisi pour réaliser la portion 4a de l'ancre présentera une température de transformation martensite/austénite en dehors de la plage de température d'utilisation de l'ancre qui s'étend typiquement



entre – 20°C et 50°C. Pour des raisons de simplification on désignera cette plage de températures par « température ambiante » dans la suite de la description.

Dans l'exemple illustré, le logement 18 est formé dans une partie extrême de la branche 19 par une encoche délimitée par des mâchoires 32, 34. Les

5 mâchoires 32 et 34 sont configurées pour pouvoir se refermer en direction du logement 18 et ainsi serrer la levée 14 disposée dans ce dernier. La mâchoire 32 est fixe et la mâchoire 34 est mobile entre une première position dite desserrée (figure 2a) dans laquelle la levée peut être introduite dans le logement 18 et

10 déplacée dans celui, notamment en vue du réglage de la pénétration P et une deuxième position dite serrée (figure 2b) dans laquelle les mâchoires serrent fixement la levée et l'immobilisent dans le logement 18. Pour assurer un serrage efficace et stable de la levée, la mâchoire 32 comprend deux surfaces de serrage 32a, 32b planes et alignées destinées à coopérer avec une face 14a de la levée et la mâchoire 34 comprend une surface de serrage 34a sensiblement en regard des

15 surfaces de serrage 32a et 32b, la surface de serrage 34a étant destinée à coopérer avec une face 14b de la levée, opposée à la face 14a. Les surfaces de serrage 32a et 32b s'étendent de part et d'autre d'un dégagement 33 ménagé dans la mâchoire fixe 32. Pour favoriser l'équilibre des forces de serrage sur la levée la surface de serrage 34a s'étend sensiblement entre les deux surfaces de serrage

20 32a et 32b. Les mâchoires 32 et 34 permettent ainsi un serrage stable en trois points de la levée dans son logement.

A température ambiante, la mâchoire 34 est en position serrée.

Selon un premier mode de réalisation, la portion de l'ancre 4a est réalisée en un alliage à mémoire de forme ayant une phase cristallographique martensitique à

25 température ambiante. Dans ce cas, une élévation de la température au-delà de la température de transformation martensite/austénite induit une déformation de la mâchoire 34 amenant cette dernière dans la position desserrée. En maintenant la portion 4a de l'ancre au delà de cette température de transformation, la mâchoire reste dans sa position desserrée de sorte que la levée 14 peut être aisément

30 introduite dans le logement 18 et sa position dans le logement peut être ajustée afin d'obtenir la pénétration P désirée. Une fois cet ajustement terminé, il suffit de laisser la portion 4a de l'ancre revenir à la température ambiante pour ramener la mâchoire 34 dans la position serrée. Pour le cas échéant réajuster la pénétration P ou remplacer la levée, il suffit de ramener la portion 4a d'ancre au delà de la

35 température de transformation. Pour réaliser une ancre conforme à ce mode de réalisation on peut par exemple utiliser un alliage de Ni-Ti présentant la plage de température de transformation martensite/austénite comprise entre 80°C et 100 °C

L'éducation de l'ancre pour obtenir l'ouverture de la pince par chauffage de l'ancre au-dessus de la température de transformation martensite/austénite se fait typiquement de la façon suivante. (a) On réalise tout d'abord, par exemple par usinage, une ancre dans laquelle la mâchoire 34 est en position desserrée (figure 2a) à partir d'un alliage à mémoire de forme étant en phase martensitique à la température ambiante. (b) On chauffe ensuite l'ancre au-dessus de sa température de transformation martensite/austénite pour amener l'ancre en phase austénitique. (c) On laisse ensuite refroidir l'ancre jusqu'à la température ambiante ce qui ramène l'ancre dans sa phase martensitique. (d) A cette température, on déforme la mâchoire 34 pour l'amener en position serrée (figure 2b). (e) On chauffe à nouveau l'ancre au-dessus de sa température de transformation martensite/austénite et on constate alors que l'ancre reprend une forme correspondant à la position desserrée de la mâchoire 34. Les étapes (b) à (e) du procédé d'éducation peuvent être répétées plusieurs fois.

Pour réaliser le réglage de la pénétration on pourra avantageusement utiliser un dispositif du type de celui décrit dans le brevet EP 0918 264 qui comprend des moyens de chauffage de l'ancre, en l'adaptant pour permettre à la mâchoire 34 de se mouvoir entre la position serrée et la position desserrée.

Selon un deuxième mode de réalisation, la portion de l'ancre 4a est réalisée en un alliage à mémoire de forme ayant phase cristallographique austénitique à température ambiante. Dans ce cas, un abaissement de la température en-deçà de la température de transition martensite/austénite induit une déformation de la mâchoire 34 amenant cette dernière dans la position desserrée. En maintenant la portion 4a de l'ancre en deçà de cette température de transformation, la mâchoire reste dans sa position desserrée de sorte que la levée 14 peut être aisément introduite dans le logement 18 et sa position dans le logement peut être ajustée afin d'obtenir la pénétration P désirée. Une fois cet ajustement terminé, il suffit de laisser la portion 4a de l'ancre revenir à la température ambiante pour ramener la mâchoire 34 dans la position serrée. Pour le cas échéant réajuster la pénétration P ou remplacer la levée, il suffit de refroidir la portion 4a d'ancre en deçà de la température de transformation. A titre d'exemple, le refroidissement de l'ancre peut être obtenu à l'aide d'un flux de gaz de refroidissement classique tel qu'un flux d'azote.

Pour réaliser une ancre conforme à ce mode de réalisation on peut par exemple utiliser un alliage de Ni-Ti présentant la plage de température de transformation martensite/austénite comprise entre -80°C à -50°C.

L'éducation de l'ancre pour obtenir l'ouverture de la pince par refroidissement de l'ancre en-dessous de la température de transformation

martensite/austénite se fait typiquement de la façon suivante. (i) On réalise tout d'abord, par exemple par usinage, une ancre dans laquelle la mâchoire 34 est en position serrée (figure 2b) à partir d'un alliage à mémoire de forme étant en phase austénitique à la température ambiante. (ii) On refroidit ensuite l'ancre en-dessous de sa température de transformation martensite/austénite pour amener l'ancre en phase martensitique. (iii) A cette température et dans cette phase, on déforme la mâchoire 34 pour l'amener en position desserrée (figure 2a) (iv) On chauffe à nouveau l'ancre au-dessus de sa température de transformation martensite/austénite et on constate alors que l'ancre reprend une forme correspondant à la position serrée de la mâchoire 34. Les étapes (ii) à (iv) du procédé d'éducation peuvent être répétées plusieurs fois.

L'invention n'est bien entendu pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus et on comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour l'homme de métier pourront y être apportées sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications annexées. En particulier, on pourrait prévoir une construction de la portion 4a dans laquelle les deux mâchoires 32 et 34 soient mobiles sous l'effet d'un chauffage ou d'un refroidissement. On pourrait également envisager en variante de réaliser la mâchoire 32 avec une seule surface de serrage. Selon une autre variante de réalisation on pourrait également ajouter un point de colle s'étendant sur la levée et l'ancre dans la position serrée afin de stabiliser la fixation de la levée sur cette dernière une fois le réglage de la pénétration P effectué. Dans ce cas, la colle utilisée sera de préférence une colle qui résiste aux chocs, aux détergent utilisés pour le lavage des ancres, et au vieillissement, comme par exemple une colle époxy.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de fixation d'une levée sur une ancre d'échappement comprenant au moins un logement prévu pour recevoir ladite levée, caractérisé en ce que la portion de l'ancre comprenant ledit logement est réalisée en un alliage à mémoire de forme apte à subir une transformation réversible d'une phase  
5 cristallographique austénitique à une phase cristallographique martensitique.
2. Dispositif de fixation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la portion de l'ancre comprenant ledit logement ne serre pas la levée de manière substantielle lorsque ladite portion de l'ancre est dans la phase cristallographique martensitique de sorte que la levée peut être déplacée dans ledit logement, et en ce  
10 que la portion de l'ancre comprenant ledit logement serre fixement la levée lorsque ladite portion de l'ancre est dans la phase cristallographique austénitique alors que la portion de l'ancre est à température ambiante.
3. Dispositif de fixation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la portion de l'ancre comprenant ledit logement ne serre pas la levée de manière  
15 substantielle lorsque ladite portion de l'ancre est dans la phase cristallographique austénitique de sorte que la levée peut être déplacée dans ledit logement, et en ce que la portion de l'ancre comprenant ledit logement serre fixement la levée lorsque ladite portion de l'ancre est dans la phase cristallographique martensitique alors que la portion de l'ancre est à température ambiante.
- 20 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications, caractérisé en ce que le logement est délimité par des mâchoires configurées pour pouvoir se refermer en direction du logement.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une première mâchoire est fixe et une mâchoire est mobile entre une première position dite  
25 desserrée dans laquelle la levée peut être introduite dans le logement et déplacée dans celui, et une deuxième position dite serrée dans laquelle les mâchoires serrent fixement la levée et l'immobilisent dans le logement.
6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5 caractérisé en ce qu'une première mâchoire comprend deux surfaces de serrage planes et alignées et en ce  
30 qu'une deuxième mâchoire comprend une surface de serrage disposée sensiblement en regard desdites deux surfaces de serrage de la première mâchoire.



7. Dispositif de fixation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit alliage à mémoire de forme est un alliage de nickel et de titane.

5 8. Dispositif de fixation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un point de colle s'étendant sur la levée et l'ancre afin de stabiliser la fixation de la levée sur cette dernière.

9. Procédé de fixation d'une levée sur une ancre d'échappement comprenant les étapes consistant à :

- 10 - fournir une levée et une ancre d'échappement comprenant au moins un logement prévu pour recevoir ladite levée, la portion de l'ancre comprenant ledit logement étant réalisée en un alliage à mémoire de forme apte à subir une transformation réversible d'une phase cristallographique austénitique à température ambiante à une phase cristallographique martensitique,
- 15 - amener ladite portion dans la phase cristallographique martensitique ;
- introduire la levée dans le logement ;
- amener ladite portion dans la phase cristallographique austénitique pour serrer la levée dans ledit logement.

10. Procédé de fixation d'une levée sur une ancre d'échappement comprenant les étapes consistant à :

- 20 - fournir une levée et une ancre d'échappement comprenant au moins un logement prévu pour recevoir ladite levée, la portion de l'ancre comprenant ledit logement étant réalisée en un alliage à mémoire de forme apte à subir une transformation réversible d'une phase cristallographique martensitique à température ambiante à une phase cristallographique austénitique,
- 25 - amener ladite portion dans la phase cristallographique austénitique ;
- introduire la levée dans le logement ;
- amener ladite portion dans la phase cristallographique martensitique pour serrer la levée dans ledit logement.

11. Procédé de fixation d'une levée selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'étape d'appliquer un point de colle s'étendant sur la levée et l'ancre afin de stabiliser la fixation de la levée sur cette dernière après l'étape de serrage de la levée.

30